

NEC



NATIONAL ELECTRICAL CODE

BY AHMED ABD EL MEGEED ISMAIL
AT WWW.SAYEDSAAD.COM

TRANSFORMERS + GENERATORS

TRANSFORMERS

OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS OVER 600 VOLTS, NOMINAL (حساب القاطع للمحولات (أكبر من 600 فولت)

TABLE 450.3(A)

OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS ≤ 600 VOLTS, NOMINAL (حساب القاطع للمحولات (أقل من 600 فولت)

TABLE 450.3(B)

MIX OF MV, LV AND TRANSFORMER IMPEDANCE $< 6\%$ (حساب القاطع للمحولات (أكبر من 600 لمحول جهة الملفات ($< 6\%$ (الابتدائية جهد متوسط وجهة الملفات الثانوية يكون منخفض حالة مقاومة المحول أقل من 6%

MIX OF MV, LV AND TRANSFORMER IMPEDANCE $(6-10)\%$ (حساب القاطع للمحولات (أكبر من 600 لمحول جهة ($(6-10)\%$ (الملفات الابتدائية جهد متوسط وجهة الملفات الثانوية يكون منخفض حالة مقاومة المحول بين 6 و 10 %

EXAMPLE TR1 (مثال تطبيقي)

GENERATORS

GENERATOR OVER CURRENT PROTECTION DEVICE (حساب القاطع لمولد)

GENERATOR CABLE SIZE (حساب الكابل المغذى لمولد)

450 TRANSFORMERS + 445 GENERATORS

450 TRANSFORMERS

450.3 (A) OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS OVER 600 VOLTS, NOMINAL
TABLE 450.3(A)

450.3 (B) OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS ≤ 600 VOLTS, NOMINAL
TABLE 450.3(B)

MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE $\leq 6\%$

MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE (6-10)%

EXA TRI

445 GENERATORS

445.12 GENERATOR OVER CURRENT PROTECTION DEVICE

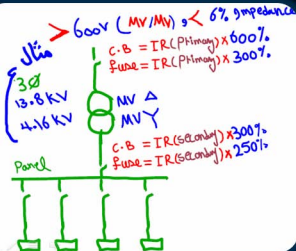
445.13 GENERATOR CABLE SIZE

450 TRANSFORMERS

450.3 (A) OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS OVER 600 VOLTS, NOMINAL

(A) Transformers Over 600 Volts, Nominal. Overcurrent protection shall be provided in accordance with Table 450.3(A).

سعة الفاعل أو الضوور قبل أو بعد المحول هذا إذا كان المحول
ال primary له هو medium voltage وال secondary أيضا
450.3(A) medium voltage انظر الجدول



(1) TRANSFORMER IMPEDANCE $< 6\%$

PRIMARY (MV)

$C.B = \text{FULL LOAD AMPERE PRIMARY} \times 600\%$

$FUSE = \text{FULL LOAD AMPERE PRIMARY} \times 300\%$

SECONDARY (MV)

$C.B = \text{FULL LOAD AMPERE SECONDARY} \times 300\%$

$FUSE = \text{FULL LOAD AMPERE SECONDARY} \times 250\%$

(2) TRANSFORMER IMPEDANCE (6-10)%

PRIMARY (MV)

$C.B = \text{FULL LOAD AMPERE PRIMARY} \times 600\%$

$FUSE = \text{FULL LOAD AMPERE PRIMARY} \times 300\%$

SECONDARY (MV)

$C.B = \text{FULL LOAD AMPERE SECONDARY} \times 300\%$

$FUSE = \text{FULL LOAD AMPERE SECONDARY} \times 250\%$

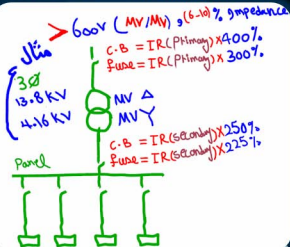


TABLE 450.3(A)

TABLE 450.3(A) Maximum Rating or Setting of Overcurrent Protection for Transformers Over 600 Volts (as a Percentage of Transformer-Rated Current)

Location Limitations	Transformer Rated Impedance	Primary Protection over 600 Volts		Secondary Protection (See Note 2.)		
		Circuit Breaker (See Note 4.)	Fuse Rating	Circuit Breaker (See Note 4.)	Fuse Rating	Circuit Breaker or Fuse Rating
Any location	Not more than 6% < 6%	600% (See Note 1.)	300% (See Note 1.)	300% (See Note 1.)	250% (See Note 1.)	125% (See Note 1.)
	More than 6% and not more than 10% (6-10)%	400% (See Note 1.)	300% (See Note 1.)	250% (See Note 1.)	225% (See Note 1.)	125% (See Note 1.)

TABLE 450.3(B)

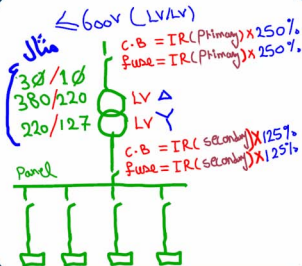
TABLE 450.3(B) Maximum Rating or Setting of Overcurrent Protection for Transformers 600 Volts and Less (as a Percentage of Transformer-Rated Current)

Protection Method	Primary Protection			Secondary Protection (See Note 2.)	
	Currents of 9 Amperes or More > 9A	Currents Less Than 9 Amperes	Currents Less Than 2 Amperes	Currents of 9 Amperes or More > 9A	Currents Less Than 9 Amperes
Primary only protection	125% (See Note 1.)	167%	300%	Not required	Not required
Primary and secondary protection	250% (See Note 3.)	250% (See Note 3.)	250% (See Note 3.)	125% (See Note 1.)	167%

450.3 (B) OVERCURRENT PROTECTION FOR TRANSFORMERS ≤ 600 VOLTS, NOMINAL

(B) Transformers 600 Volts, Nominal, or Less. Overcurrent protection shall be provided in accordance with Table 450.3(B).

سعة الفاعل أو القصور قبل أو بعد المحول هذا إذا كان المحول
 low primary له هو low voltage وال secondary أيضا
 450.3(B) voltage انظر الجدول



PRIMARY (LV)

C.B = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 250\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 250\%$
SECONDARY (LV)

C.B = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$

MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE $< 6\%$ FOR MV

PRIMARY (MV)

C.B = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 600\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 300\%$

SECONDARY (LV)

C.B = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$

MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE (6-10)% FOR MV

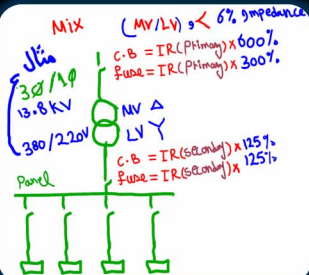
PRIMARY (MV)

C.B = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 400\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE PRIMARY $\times 300\%$

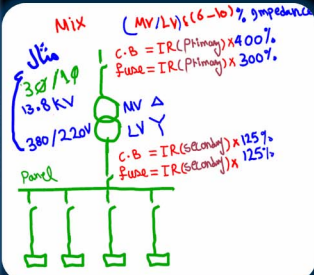
SECONDARY (LV)

C.B = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$
FUSE = FULL LOAD AMPERE SECONDARY $\times 125\%$

MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE <6%



MIX OF 450.3 (A), 450.3 (B) AND TRANSFORMER IMPEDANCE (6-10)%



450.3 (A), 450.3 (B) هام جدا جدا جدا لاحظ أن
 هو احد الاستثناءات التي لا ينطبق عليها الـ
CONTINUITY RULE في حساب القاطع كما
 وجدنا هنا القاطع محسوب على الـ نسبة تضرب في
 تيار المحول قبل أو بعد ولا نستعين بالحمل على
 اللوحة العمومية بالإضافة إلى لفت الانتباه أن القاطع
 الذي بعد

المحول هو قاطع اللوحة التي بعده بمعنى آخر يحسب
 جميع اللوحات بالـ **CONTINUITY RULE** و تأتي
 عند اللوحة التي بعد المحول ولتكن العمومية ثم نستعمل
 الـ 450.3 هذا الكلام أيضا ينطبق على الكابل غير
 مطابق مع الـ **CONTINUITY RULE** انظر الشكل A
 للتوضيح

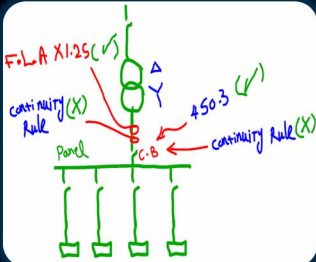


FIG A

TRANSFORMER CONDUCTOR SIZE

حساب الكابل الخاص بالمحول قبله وبعده لم يذكر عنه بوضوح في الكود لذا بعض المحاضرين الأمريكان يعتبرون أن المحول continuous load وكإبله بحسب بضرب الـ full load ampere في 1.25

PRIMARY CABLE

CABLE = FULL LOAD AMPERE PRIMARY X 125%

SECONDARY CABLE

CABLE = FULL LOAD AMPERE SECONDARY X 125%

EXA TR1

محول سعته 2500KVA يغذى لوحة عمومية لمبنى بالرجاء حساب البقايا من 1 إلى 3

Transformer 2500KVA ,13800/380 V (MV/LV)

Full load ampere primary (IP) = $2500 / 1.73 / 13800 = 104.7 \text{ A}$

Full load ampere secondary (IS) = $2500 / 1.73 / 380 = 3802 \text{ A}$

Transformer impedance = 4 %

FOR Transformer impedance = 4 % < 6% then

PRIMARY (MV)

(1) C.B = FULL LOAD AMPERE PRIMARY X 600%

$$= 104.7 * 6 = 628 = 630 \text{ A}$$

(2) CABLE = FULL LOAD AMPERE PRIMARY X 125%

$$= 104.7 * 6 = 628 = 35 \text{ MM}^2$$

يجب التأكد أن هذا الكابل يتحمل الـ short circuit عند هذه النقطة قبل المحول وإلا نرود في المقاس حتى يتحمل

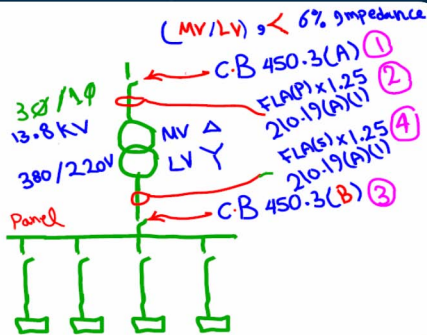
SECONDARY (LV)

(3) C.B = FULL LOAD AMPERE SECONDARY X 125%

$$= 3802 * 1.25 = 4752 = 5000 \text{ A}$$

(4) CABLE = FULL LOAD AMPERE **SECONDARY** X 125%

= $3802 \times 1.25 = 4752 = 8$ parallel **OF 400 MM²**
/PHASE



PRIMARY (MV)

			Cable selection current (Amp)	130.0		
			C.B selection current(Amp)	628.0		
Circuit breaker size	1	630	AT	630	AF	
Cable size	2	35	mm2	Total catalogue Ampacity	142	Amp
No. of parallel cables /ph		1		Adjusted Ampacity	142	Amp

EXA TRI

SECONDARY (LV)

			Cable selection current (Amp)	4752.0	
			C.B selection current(Amp)	4752.0	
Circuit breaker size	3	5000	AT	5000	AF
Cable size	4	400	mm2	Total catalogue Ampacity	5320 Amp
No. of parallel cables /ph	4	8		Adjusted Ampacity	5320 Amp

445 GENERATORS

445.12 GENERATOR OVER CURRENT PROTECTION DEVICE

445.12 Overcurrent Protection

(A) Constant-Voltage Generators. Constant-voltage generators, except ac generator exciters, shall be protected from overload by inherent design, circuit breakers, fuses, protective relays, or other identified overcurrent protective means suitable for the conditions of use.

حساب القاطع في الكود غير واضح وبعض المحاضرين يضعوه مثل الكابل 115% لكي يكون الكابل MATCH مع القاطع لأنه يقول حسب ظروف الاستخدام. كما يتم شرحه فيما بعد في 240.4

445.13 GENERATOR CABLE SIZE

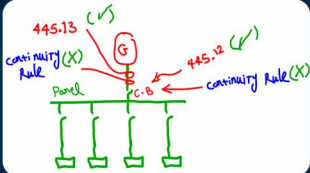
445.13 Ampacity of Conductors

The ampacity of the conductors from the generator terminals to the first distribution device(s) containing overcurrent protection shall not be less than 115 percent of the nameplate current rating of the generator. It shall be permitted to size

سعة الكابل تساوي ال FLS في 115%

هام جدا جدا لاحظ أن 445.12, 13 هو احد الاستثناءات التي لا ينطبق عليها ال

CONTINUITY RULE في حساب القاطع والكابل كما وجدنا هنا القاطع محسوب على ال نسبة تضرب في تيار المولد ولا نستعين بالحمل على اللوحة بالإضافة إلى لفت الانتباه أن القاطع الذي بعد



الشكل A

بمعنى آخر يحسب جميع اللوحات بال **CONTINUITY RULE** وتأتي عند اللوحة التي بعد المولد ولكن ثم نستعمل ال 445.12, 13LE انظر الشكل A للتوضيح